

OPTIMALISASI KINERJA LALU LINTAS SIMPANG BERSINYAL SUMARWI DI KABUPATEN GUNUNGKIDUL

OPTIMIZING THE PERFORMANCE OF SUMARWI SIGNALIZED INTERSECTION TRAFFIC IN GUNUNGKIDUL REGENCY

Muhamad Syamsul Hadi^{1*}, Sam Deli Imanuel Dudung², dan Rika Marlia³

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia
– STTD, Bekasi, Indonesia

*E-mail: msyamsulhadi156@gmail.com

Riwayat perjalanan naskah

Tanggal diterima September 2023, tanggal direvisi September 2023, tanggal disetujui September 2023, Tanggal diterbitkan online September 2023

Abstract

Sumarwi intersection is a junction with type 311 intersection, which is 3 (three) intersection legs with 1 (one) lane on the minor approach and 1 (one) lane on the major approach. Minor road at Sumarwi intersection is Sumarwi Street, while major road at Sumarwi intersection is Brigjenl Katamso Street. The most critical degree of saturation is 0.89. For the longest queue is at the foot of the Western approach which is a road section of Brig. Gen. Katamso is equal to 65.71 meters, with an average intersection delay value of 61.55 seconds/smp. Sumarwi intersection is the intersection with the worst service performance. This is because the Sumarwi intersection is the meeting point between the main road flow, namely Brigjen Katamso Road, which is a road that is in the face of the city of Gunungkidul regency and Sumarwi Road which is the main access to the central bussines district (CBD), in addition to land use around Sumarwi intersection, there is Argosari market and shops which are commercial areas. So that at the same time there is potentially a buildup or increase in traffic volume at intersections that affect service performance for the worse. Besides caused by land use around the intersection and the presence of intersections that are in the center of activity. Phase setting at Sumarwi intersection has the potential to cause the performance of intersection services to decrease and can trigger traffic jams. From this problem, an alternative solution to the problem is obtained by optimizing the cycle time by changing the number of Junction phases, which were originally three phases into two phases, so that the North phase and the East Phase become in the same phase.

Keywords: Optimization, Intersections, Traffic Performance, Signalized Intersections, Cycle Times

Abstrak

Simpang Sumarwi merupakan simpang dengan tipe simpang 311, yakni 3 (tiga) kaki simpang dengan 1 (satu) jalur pada pendekat minor dan 1 (satu) jalur pada pendekat mayor. Jalan Minor pada Simpang Sumarwi yaitu Jalan Sumarwi, sedangkan jalan Mayor pada Simpang Sumarwi yaitu jalan Brigjen Katamso. Tingkat derajat kejenuhan paling kritis Simpang Sumarwi yaitu sebesar 0,89. Untuk antrian terpanjang yaitu pada kaki pendekat barat yang merupakan ruas jalan Brigjen Katamso yaitu sebesar 65,71 meter, dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 61,55 detik/smp. Simpang Sumarwi merupakan persimpangan dengan kinerja pelayanan terburuk. Hal ini disebabkan karena Simpang Sumarwi merupakan titik pertemuan antara arus jalan utama yaitu Jalan Brigjen Katamso ialah ruas jalan yang berada di wajah kota Kabupaten Gunungkidul dengan ruas Jalan Sumarwi yang merupakan akses utama yang menuju daerah pusat kegiatan (CBD), selain itu tataguna lahan sekitar Simpang Sumarwi terdapat Pasar Argosari serta pertokoan yang merupakan daerah komersil. Sehingga dalam waktu yang bersamaan berpotensi terjadi penumpukan atau peningkatan volume lalu lintas pada persimpangan yang mempengaruhi kinerja pelayanan menjadi buruk. Selain disebabkan oleh tata guna lahan sekitar simpang dan keberadaan simpang yang berada di pusat kegiatan. Pengaturan fase pada Simpang Sumarwi berpotensi menyebabkan terjadinya kinerja pelayanan simpang menurun dan dapat memicu kemacetan lalu lintas. Dari permasalahan tersebut diperoleh alternatif pemecahan masalah dengan melakukan optimasi waktu siklus dengan perubahan jumlah fase simpang yang semula tiga fase menjadi dua fase, sehingga fase utara dan fase timur menjadi dalam satu fase yang sama.

Kata Kunci: Optimalisasi, Persimpangan, Kinerja Lalu Lintas, Simpang Bersinyal, Waktu Siklus

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk disertai dengan peningkatan aktivitas penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan kendaraan. kendaraan dibutuhkan untuk memfasilitasi perpindahan orang maupun barang. Hal ini mengakibatkan jumlah kendaraan meningkat. Akibatnya arus lalu lintas menjadi tersendat dan terjadi kemacetan lalu lintas. Kemacetan menimbulkan kerugian, baik secara ekonomi maupun sosial. Dari segi ekonomi, kemacetan dapat menyebabkan adanya tambahan biaya pembelian BBM, tambahan biaya penggantian spare part kendaraan, biaya berobat, penghasilan yang hilang, potensi ekonomi yang hilang, dan kerugian/kerugian waktu. Sementara dari segi sosial, kemacetan menyebabkan pengguna jalan merasa stres, kesal, lelah, dan tidak nyaman (Tamara dan Sasana 2017).

Kabupaten Gunungkidul memiliki 16 simpang dengan pengendalian ber-APILL untuk mengatur lalu lintas di persimpangan. Lima simpang diantaranya merupakan simpang tiga dengan pengendalian ber-APILL. Dimana Simpang Sumarwi merupakan simpang tiga dengan pengendalian ber-APILL yang terletak di pusat kegiatan (CBD) Kabupaten Gunungkidul, yang berpengaruh besar terhadap pergerakan lalu lintas di daerah pusat kegiatan Kabupaten Gunungkidul.

Simpang Sumarwi merupakan simpang dengan tipe simpang 311, yakni 3 (tiga) kaki simpang dengan 1 (satu) jalur pada pendekatan minor dan 1 (satu) jalur pada pendekatan mayor. Jalan Minor pada Simpang Sumarwi yaitu Jalan Sumarwi, sedangkan jalan Mayor pada Simpang Sumarwi yaitu jalan Brigjen Katamso. Tingkat derajat kejenuhan paling kritis Simpang Sumarwi yaitu sebesar 0,89. Untuk antrian terpanjang yaitu pada kaki pendekatan barat yang merupakan ruas jalan Brigjen Katamso yaitu sebesar 65,71 meter, dengan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 61,55 detik/smp.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Simpang Sumarwi Kabupaten Gunungkidul, diawali dengan persiapan pengumpulan data dilaksanakan pada Bulan Maret 2023 dan selanjutnya analisis data dilaksanakan pada Bulan Juli 2023.

B. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Pada umumnya data primer didapatkan dari survei-survei yang dilakukan secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data persimpangan seperti data geometrik simpang, volume lalu lintas dan waktu siklus.

2. Data Sekunder

Dalam pengumpulan data sekunder ini, data yang didapatkan dari instansi-instansi terkait seperti:

- a) Untuk memperoleh data jaringan jalan melalui Dinas Perhubungan Kabupaten Gunungkidul.
- b) Untuk memperoleh inventarisasi simpang melalui Dinas Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat Kabupaten Gunungkidul.

C. Analisis Data

Analisis kinerja persimpangan bersinyal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari persimpangan tersebut yang analisis perhitungannya menggunakan pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Aktual

1. Kapasitas

Kapasitas simpang bersinyal dipengaruhi oleh arus jenuh, waktu siklus hijau dan total waktu siklus. Kapasitas simpang berbeda-beda menurut karakteristik kaki simpang dan faktor-faktor penyesuaian lainnya, seperti ukuran kota, hambatan samping dan lain-lain.

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya kapasitas suatu simpang:

a. Arus Jenuh (S)

Langkah pertama untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan pada simpang yaitu dengan menghitung terlebih dahulu arus jenuh dasar dan faktor-faktor penyesuaian yang mempengaruhi.

1) Arus Jenuh Dasar (S₀)

Perhitungan arus jenuh pada pendekat Utara, ruas Jalan Sumarwi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_0 &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 6,5 \\ &= 3900 \end{aligned}$$

Tabel 1. Arus Jenuh Dasar Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Lebar Efektif (W _e) m	Arus Jenuh Dasar (S ₀) (smp/jam)
1	Utara	Jl. Sumarwi	6,5	3.900
2	Timur	Jl. Brigjen Katamso	7	4.200
3	Barat	Jl. Brigjen Katamso	7	4.200

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 60)

2) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor penyesuaian kota dapat dilihat dari populasi penduduk wilayah studi tersebut. Kabupaten Gunungkidul memiliki jumlah penduduk 747.161 jiwa per tahun 2022. Maka, untuk faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs}) adalah 0,94 karena terdapat pada range antara 500.000 – 1 juta penduduk.

3) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (p _{um})	F _{sf}
1	U	P	Tinggi	Komersial	0,00	0,93
2	T	P	Tinggi	Komersial	0,00	0,93
3	B	P	Tinggi	Komersial	0,00	0,93

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 60)

4) Faktor Penyesuaian Kelandaian

Kelandaian Simpang Sumarwi pada masing-masing kaki simpang adalah datar (0%), maka nilai F_g = 1,00.

5) Faktor Penyesuaian Parkir

Pada masing-masing pendekat Simpang Sumarwi terdapat ruang parkir pada badan jalan/parkir on street.

Berikut perhitungan faktor penyesuaian parkir pada pendekat barat Jalan Brigjen Katamso.

$$F_p = [(L_p/3 - (w_a - 2)) \times (L_p / 3 - g)/w_a]/g$$

$$F_p = [(20/3 - (7 - 2)) \times (20 / 3 - 28)/7]/28$$

$$F_p = 0,78$$

Tabel 3. Faktor Penyesuaian Parkir

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	W _a	g (detik)	LP (m)	F _p
1	U	Jl Sumarwi	6,5	30	40,0	0,83
2	T	Jl Brigjen Katamso	7	30	20,0	0,78
3	B	Jl Brigjen Katamso	7	28	20,0	0,78

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 61)

6) Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan berdasarkan rasio kendaraan belok kanan.

$$Prt = \frac{RT}{Q}$$

$$Prt = 569 / 569$$

$$Prt = 1$$

Karena tiap pendekat pada Simpang Sumarwi terlindung maka untuk nilai FRT:

$$FRT = 1,0 + Prt \times 0,26$$

$$FRT = 1,0 + 1 \times 0,26$$

$$FRT = 1,26$$

Tabel 4. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Rasio Belok Kanan (Prt)	FRT
1	U	Jl. Sumarwi	0	1,00
2	T	Jl. Brigjen Katamso	1	1,26
3	B	Jl. Brigjen Katamso	0	1,00

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 62)

7) Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Untuk faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan berdasarkan rasio kendaraan belok kiri.

$$Plt = \frac{LT}{Q}$$

$$Plt = 187 / 664$$

$$Plt = 0,29$$

Karena tiap pendekat pada Simpang Sumarwi terlindung maka untuk nilai FLT:

$$FLT = 1,0 - Plt \times 0,16$$

$$FLT = 1,0 - 0,29 \times 0,16$$

$$FLT = 0,95$$

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Rasio Belok Kiri (Plt)	FLT
1	U	Jl. Sumarwi	1	0,84
2	T	Jl. Brigjen Katamso	0	1,00
3	B	Jl. Brigjen Katamso	0,29	0,95

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 62)

Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui maka arus jenuh tiap kaki simpang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times FRT \times FLT$$

$$S = 3900 \times 0,94 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 0,84$$

$$S = 2377$$

Tabel 6. Arus Jenuh Disesuaikan Kondisi Aktual

Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	FCS	FSF	FG	FP	FRT	FLT	Arus Jenuh disesuaikan (S)
U	3900	0,94	0,93	1,00	0,83	1,00	0,84	2377
T	4200	0,94	0,93	1,00	0,78	1,26	1,00	3608

B	4200	0,94	0,93	1,00	0,78	1,00	0,95	2729
---	------	------	------	------	------	------	------	------

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 63)

b. Waktu Siklus

Tabel 7. Waktu Siklus Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Hijau (g) detik	Waktu siklus (c) detik
1	U	Jl. Sumarwi	30	103
2	T	Jl. Brigjen Katamso	30	103
3	B	Jl. Brigjen Katamso	28	103

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 63)

c. Kapasitas Sesungguhnya (C)

Berikut merupakan perhitungan kapasita sesungguhnya (C) pada kaki simpang Jalan Sumarwi:

$$C = S \times g / c$$

$$C = 2377 \times 30 / 103$$

$$C = 692$$

Tabel 8. Kapasitas Sesungguhnya Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	S Smp/jam	Hijau (g) detik	Waktu siklus (c) detik	Kapasitas (C) Smp/jam
1	U	2377	30	103	692
2	T	3608	30	103	1051
3	B	2729	28	103	742

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 64)

2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$DS = Q \text{ total} / C$$

$$DS = 558/692$$

$$DS = 0,81$$

Tabel 9. Derajat Kejenuhan Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Q Smp/jam	Kapasitas (C) Smp/jam	DS
1	U	Jl. Sumarwi	558	692	0,81
2	T	Jl. Brigjen Katamso	569	1051	0,54
3	B	Jl. Brigjen Katamso	664	742	0,89

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 65)

3. Panjang Antrian

Panjang antrian ini dihitung untuk masing-masing pendekat. Untuk menghitung panjang antrian maka diperlukan data jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ). Untuk menghitung jumlah antrian smp yang tersisa dari waktu hijau sebelumnya (NQ1). Berikut merupakan perhitungan NQ1 pada ruas Jalan Sumarwi:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1)^2] + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}}$$

$$NQ1 = 0,25 \times 692 \times [(0,81-1)^2] + \sqrt{(0,81-1)^2 + \frac{8 \times (0,81-0,5)}{692}}$$

$$NQ1 = 1,55$$

Langkah selanjutnya menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung NQ2 diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas.

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 = 103 \times \frac{1-0,04}{1-0,04 \times 0,81} \times \frac{558}{3600}$$

$$NQ2 = 11,60$$

Setelah NQ diketahui, Panjang antrian pada Simpang Sumarwi. Berikut perhitungan panjang antrian (QL) pada ruas Jalan Sumarwi.

$$QL = NQ_{Maks} \times 20 / W_{masuk}$$

$$QL = 18 \times 20 / 6,5$$

$$QL = 55,83 \text{ meter}$$

Tabel 10. Panjang Antrian Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	lebar W masuk	NQmaks	Panjang Antrian (QL)
1	U	Jl. Sumarwi	6,50	18	55,38
2	T	Jl. Brigjen Katamso	7,00	16,5	47,14
3	B	Jl. Brigjen Katamso	7,00	23	65,71

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 67)

4. Tundaan

a. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata

$$DT = \left(c \times \left(0,5 \times \frac{(1-GR)^2}{1-GR \times DS} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \right) \right)$$

$$DT = \left(103 \times \left(0,5 \times \frac{(1-0,04)^2}{1-0,04 \times 0,89} + \frac{3,43 \times 3600}{664} \right) \right)$$

$$= 66,02 \text{ det/smp}$$

Tabel 11. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	C	Waktu Siklus (c)	NQ1	Q	DS	GR	DT
1	U	692	103	1,55	558	0,81	0,04	56,87
2	T	1051	103	0,09	569	0,54	0,03	49,67
3	B	742	103	3,43	664	0,89	0,04	66,02

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 69)

b. Tundaan Geometrik Rata-rata

$$DG = (1-psv) \times 0,29 \times 6 + (psv \times 4)$$

$$DG = (1-0,89) \times 0,29 \times 6 + (0,89 \times 4)$$

$$DG = 3,60 \text{ det/smp}$$

Tabel 12. Tundaan Geometrik Rata-rata Kondisi Aktual

No	Kode Pendekat	Laju Henti (NS)	Rasio kendaraan berbelok (Plt)	Tundaan Geometrik rata-rata (DG)
1	U	0,74	1	4,52
2	T	0,66	0	2,62
3	B	0,82	0,29	3,60

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 69)

Setelah didapatkan nilai tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dan tundaan geometrik rata-rata (DG) maka tundaan simpang dapat dihitung dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.

Tabel 13. Tundaan Simpang Kondisi Aktual

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) Smp/jam	Jumlah Kend Terhenti (NSV) smp/jam	Tundaan			
			Tundaan lalu lintas rata-rata (DT) det/smp	Tundaan Geometrik Rata-rata (DG) det/smp	Tundaan Rata-rata (D=DT+DG)	Tundaan Total (D x Q)
U	558	414	56,87	4,52	61,39	34.269
T	569	373	49,67	2,62	52,30	29.756
B	664	544	66,02	3,60	69,61	46.188
LTOR					Total	110.213
Arus total Qtot	1.790	Tundaan Simpang Rata-rata (det/smp)				61,55

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 70)

Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Setelah Upaya Peningkatan

Simpang Sumarwi saat ini menerapkan 3 (tiga) fase, bentuk upaya untuk meningkatkan kinerja Simpang Sumarwi direncanakan penerapan 2 (dua) fase APILL. Pendekat utara dan pendekat timur direncanakan menjadi satu fase yang sama karena pendekat tersebut memiliki volume lalu lintas yang sedikit dari pendekat barat.

1. Waktu Siklus

a. Waktu Hilang Total

$$\text{Waktu Kuning (amber)} = 3 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu Merah (all red)} = 3 \text{ detik}$$

$$\text{Jumlah Fase} = 2 \text{ fase}$$

$$\text{Waktu Hilang Total (LTI)} = (\text{Jumlah fase} \times \text{amber}) + (\text{Jumlah fase} \times \text{All red})$$

$$\text{Waktu Hilang Total (LTI)} = (2 \times 3) + (2 \times 3)$$

$$\text{Waktu Hilang Total (LTI)} = 12$$

b. Waktu Siklus Pra Penyesuaian

$$\sum FR_{crit} = \text{Maks } FR_{barat} + \text{Maks } (FR_{Utara} + FR_{timur})$$

$$\sum FR_{crit} = 0,243 + \text{Maks } (0,235 + 0,158)$$

$$\sum FR_{crit} = 0,243 + 0,235$$

$$\sum FR_{crit} = 0,48$$

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - \sum FR_{crit}}$$

$$Cua = \frac{1,5 \times 12 + 5}{1 - 0,48}$$

$$Cua = 44 \text{ detik}$$

c. Waktu Hijau

$$g = (Cua - LTI) \times PR_{Utara}$$

$$= (44 - 12) \times 0,49$$

$$= 16 \text{ detik}$$

d. Waktu Siklus Baru

$$c = \sum \text{Waktu Hijau} + \text{Waktu Hilang Total}$$

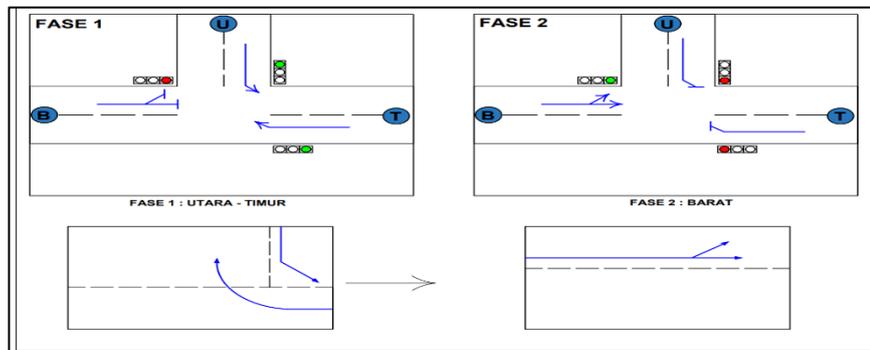
$$c = (16 + 16) + 12$$

$$c = 44 \text{ detik}$$

NAMA KAKI SIMPANG	FASE	DIAGRAM FASE APILL					SIKLUS TOTAL (DETIK)	TOTAL FASE (DETIK)		
JL SUMARWI	1 (UTARA)	16	3	3	19	3	44	25	3	16
JL BRIGJEN KATAMSO TIMUR	1 (TIMUR)	19		3	16	3	44	25	3	16
JL BRIGJEN KATAMSO BARAT	2 (BARAT)	16	3	3	19	3	44	25	3	16

Gambar 1. Diagram Fase Setelah Upaya

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 82)



Gambar 2. Fase Sinyal Setelah Upaya

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 83)

2. Kapasitas

a. Arus Jenuh Dasar (S₀)

Untuk perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat tipe terlawan (O) dapat menggunakan grafik penentuan S₀ dengan melihat besarnya Q_{rt} dan Q_{rto}. Pada upaya peningkatan ini pada Simpang Sumarwi meskipun menggabungkan fase timur dengan utara karena kondisi geometrik simpang tiga sehingga tidak terdapat konflik kendaraan maka nilai arus jenuh pada masing-masing pendekat tetap sama dengan kondisi aktual.

b. Kapasitas Sesungguhnya (C)

$$C = S \times g / c$$

$$C = 2.729 \times 16 / 44$$

$$C = 992 \text{ smp/jam}$$

Tabel 14. Kapasitas Simpang Setelah Upaya

No	Kode Pendekat	S Smp/jam	Hijau (g) detik	Waktu siklus (c)	Kapasitas (C) Smp/jam
1	U	2377	16	44	864
2	T	3608	16	44	1312
3	B	2729	16	44	992

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 85)

3. Derajat Kejenuhan

$$DS = Q \text{ total} / C$$

$$DS = 664/992$$

$$DS = 0,67$$

Tabel 15. Derajat Kejenuhan Setelah Upaya

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	Q Smp/jam	Kapasitas (C) Smp/jam	DS
1	U	Jl. Sumarwi	558	864	0,65
2	T	Jl. Brigjen Katamso	569	1312	0,43
3	B	Jl. Brigjen Katamso	664	992	0,67

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 86)

4. Panjang Antrian

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS-1)^2 + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}} \right]$$

$$NQ1 = 0,25 \times 992 \times \left[(0,67-1)^2 + \sqrt{(0,67-1)^2 + \frac{8 \times (0,67-0,5)}{992}} \right]$$

$$NQ1 = 0,51$$

Langkah selanjutnya menghitung jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 = 44 \times \frac{1-0,02}{1-0,02 \times 0,79} \times \frac{664}{3600}$$

$$NQ2 = 8,08$$

Penentuan NQMaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih.

Tabel 16. NQMaks Setelah Upaya

No	Kode pendekat	Kaki Simpang	Jumlah Kendaraan			NQ maks (smp)
			NQ1	NQ2	Nqtot	
1	U	Jl. Sumarwi	0,41	6,79	7,20	10,20
2	T	Jl. Brigjen Katamso	0	6,92	6,92	9,90
3	B	Jl. Brigjen Katamso	0,51	8,08	8,58	12,00

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 88)

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian dengan mengalikan NQ dengan luas rata-rata yang digunakan per Smp ($\{20\ m\}^2$) kemudian dibagi dengan lebar masuknya.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{We}$$

$$QL = \frac{12 \times 20}{7}$$

$$QL = 34,29 \text{ meter}$$

Tabel 17. Panjang Antrian Simpang setelah Upaya

No	Kode Pendekat	Kaki Simpang	lebar W masuk	NQMaks	Panjang Antrian (QL)
1	U	Jl. Sumarwi	6,50	10,20	31,38
2	T	Jl. Brigjen Katamso	7,00	9,90	28,29
3	B	Jl. Brigjen Katamso	7,00	12,00	34,29

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 89)

5. Tundaan

a. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata

$$DT = \left(c \times \left(0,5 \times \frac{(1-GR)^2}{1-GR \times DS} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \right) \right)$$

$$DT = \left(44 \times \left(0,5 \times \frac{(1-0,02)^2}{1-0,02 \times 0,79} + \frac{0,51 \times 3600}{992} \right) \right)$$

$$= 23,37 \text{ det/smp}$$

b. Tundaan Geometrik Rata-rata

$$DG = (1-psv) \times 0,29 \times 6 + (psv \times 4)$$

$$DG = (1-0,95) \times 0,29 \times 6 + (0,95 \times 4)$$

$$DG = 3,89 \text{ det/smp}$$

Setelah didapatkan nilai tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dan tundaan geometrik rata-rata (DG) maka tundaan simpang dapat dihitung dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.

Tabel 18. Tundaan Simpang Setelah Upaya

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) Smp/jam	Jumlah Kend Terhenti (NSV) smp/jam	Tundaan			
			Tundaan lalu lintas rata-rata (DT) det/smp	Tundaan Geometrik Rata-rata (DG) det/smp	Tundaan Rata-rata (D=DT+DG)	Tundaan Total (D x Q)
U	558	530	29,73	4,10	27,26	15.216
T	569	509	29,20	3,58	25,16	14.316
B	664	632	29,48	3,89	27,26	18.089
LTOR					Total	47.622
Arus total Qtot	1.790	Tundaan Simpang Rata-rata (det/smp)				26,59

Sumber (Muhamad Syamsul Hadi, Tahun: 2023, 92)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan kinerja Simpang Sumarwi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Simpang Sumarwi merupakan simpang 3 (tiga) dengan pengendalian bersinyal (APILL) yang terletak di pusat kegiatan (CBD) Kabupaten Gunungkidul. Dari hasil analisis kinerja pelayanan simpang didapatkan nilai kondisi aktual sebagai berikut:
 - a. Tundaan rata-rata pada simpang yaitu 61,55 det/smp.
 - b. Derajat kejenuhan paling kritis sebesar 0,89 pada pendekat barat yaitu Jalan Brigjen Katamso Barat.
 - c. Panjang antrian maksimum sebesar 65,71 meter pada pendekat barat yaitu Jalan Bigjen Katamso Barat.

Dengan penyesuaian indikator tundaan rata-rata pada simpang maka didapatkan tingkat pelayanan pada Simpang Sumarwi adalah F.

2. Hasil analisis kinerja Simpang Sumarwi setelah dilakukan upaya peningkatan kinerja simpang melalui perubahan jumlah fase, didapatkan perbandingan kinerja pelayanan simpang sebagai berikut:
 - a. Terjadi penurunan nilai rata-rata derajat kejenuhan simpang sebesar 22%, yang semula 0,75 menjadi 0,58.
 - b. Panjang antrian rata-rata terjadi penurunan 44%, yang semula 56,08 meter menjadi 31,32 meter.
 - c. Tundaan rata-rata simpang terjadi penurunan 57%, yang semula 61,55 detik/smp menjadi 26,59 detik/smp. Sehingga tingkat pelayanan kinerja Simpang Sumarwi menjadi D.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Penulisan karya tulis ilmiah ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Diploma III Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.

Sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu ada untuk mendukung.

2. Bapak Ahmad Yani, ATD, M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD beserta Staf.
3. Bapak Rachmat Sadili, ATD, MT selaku Ketua Program Studi D-III Manajemen Transportasi Jalan beserta Dosen-dosen, yang telah memberikan bimbingan selama pendidikan.
4. Bapak Sam Deli Imanuel Dudung, S.SIT, MM dan Ibu Rika Marlia, M.MTR sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan karya tulis ilmiah ini.
5. Rekan Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Angkatan XLII.

REFERENSI

1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Bina Marga. Jakarta

Kelompok PKL Kabupaten Gunungkidul. 2023. Laporan Umum Taruna Sekolah Tinggi Transportasi Darat Program Studi D-III Manajemen Transportasi Jalan, *Pola Umum Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dan Identifikasi Permasalahannya*, Bekasi

ASHTO. (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. In *American Association of State Highway and Transportation Officials*.

Handayasari, I., Rokhman, A., & Halusman, S. (2020). Optimalisasi Kinerja Simpang Apill Puri Kembangan Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014. *Konstruksia*, 11(1), 33-40.

Julianto, E. N. (2012). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Bangkong Kota Semarang. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 14(2), 179-190.

Kurniati, N. L. W. R. (2016). Optimalisasi Kinerja Simpang Pasar Pagi Arenka Di Kota Pekanbaru. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 18(2), 133-146.

Messah, Yunita A. 2015. "Kajian Penerapan Rekayasa Lalu Lintas Sistem Satu Arah Pada Simpang Tiga Straat A Kota Kupang." *Teknik Sipil IV(2)*: 218.

Nurhidayah, A. A., & Wibisono, R. E. (2023). Prediksi dan Penerapan Simulasi Menggunakan Software VISSIM Terhadap Kinerja Lalu Lintas untuk Menguraikan Kemacetan Simpang Bersinyal di Jl. Raya Manyar Kota

Surabaya. *Jurnal MITRANS (Media Publikasi Terapan Transportasi)*, 1(1 (April)), 73-84

Putra, R. A. E., & Ramanda, F. (2018). Optimasi green time simpang bersinyal dengan menggunakan PTV VISSIM dalam meningkatkan kinerja simpang. *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(2), 108-117.

Ratag, D. E., Kumaat, M. M., & Rompis, S. Y. (2022). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak PTV VISSIM (Studi Kasus: Simpang Bersinyal Patung Kuda Paal 2). *TEKNO*, 20(82), 917-926.

Said, L. B., St Maryam, H., & Irmalia, A. I. (2022). Simulasi Optimalisasi Pembebanan Lalu Lintas pada Rencana Pengoperasian Middle Ring Road dengan Menggunakan Aplikasi Vissim. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(2), 104-115.

Saudi, A. I. (2020). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Kawasan Pertokoan Majene. *Bandar: Journal of Civil Engineering*, 2(2), 1-8.

- Tamara, Sahniza, and Hadi Sasana. 2017. "Analisis Dampak Ekonomi Dan Sosial Akibat Kemacetan Lalu Lintas Di Jalan Raya Bogor-Jakarta." *Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan)* 2(2): 185–96.
- Tanan, Natalia. 2008. "Penanganan Konflik Lalu Lintas Di Persimpangan Gatot Subroto-Gedung Empat Cimahi." *Jurnal Jalan dan Jembatan* 5.
- Ulfah, F. D., & Purwanti, O. (2019). Analisis Kinerja Persimpangan Jalan Laswi dengan Jalan Gatot Subroto, Kota Bandung Menggunakan PTV VISSIM 9.0. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 5(3), 74.
- Warpani, S. P. (2002). *Pengelolaan lalu lintas dan angkutan jalan*. Penerbit ITB.
- Yudanto, Adhitya Yoga, Marvin Apriyadi, and Kevin Sanjaya. 2013. "Optimalisasi Lampu Lalu Lintas Dengan Fuzzy Logic." *Jurnal ULTIMATICS* 5(2): 58–62.
- Yusuf, M. (2021). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Jaringan Jalan Di Kabupaten Gowa Menggunakan Software Vissim= The Performance Analysis Of A Signed Intersection On Road Network In Gowa Regency Using The Vissim Software (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Zhang, Rusheng et al. 2018. "Virtual Traffic Lights: System Design and Implementation." *IEEE Vehicular Technology Conference* 2018-August(June).